

BEST AVAILABLE COPY  
**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

PCT/EP2004/006918

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REG'D 13 AUG 2004  
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 29 165.2

**Anmeldetag:** 27. Juni 2003

**Anmelder/Inhaber:** Carl Zeiss Meditec AG, 07745 Jena/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Bestimmung der Fehlsichtigkeit  
eines optischen Systems

**IPC:** A 61 B 3/10

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 6. Juli 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Schäfer".

**Schäfer**

---

VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG DER FEHLSICHTIGKEIT EINES OPTISCHEN SYSTEMS

---

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Bestimmung der Fehlsichtigkeit eines optischen Systems.

- 5 Es ist bekannt, die Fehlsichtigkeit des menschlichen Auges z.B. durch in den Strahlengang des Auges vorgeschaltete Linsenanordnungen subjektiv durch den Patienten bestimmen zu lassen. Die Korrektur von Myopie, Hyperopie und Astigmatismus kann dabei z.B. erfolgen, indem der Arzt dem Patienten Linsen in einem Brillengestell anbietet, wobei der Patient subjektiv die Korrektur seiner Fehlsichtigkeit anhand einer Sehtafel bestimmen kann. Statt unterschiedliche Linsen mittels Probierbrille vorzusetzen, kann dies auch mittels eines Phoropters geschehen. Um das Verfahren bei der Vielzahl zu kombinierenden Parameter (Sphäre, Zylinder, Achse, Binokularwerte, höhere Abberationen) zur verkürzen und zu vereinfachen, wird gewöhnlich zuerst eine objektive Messung mit einem automatischen Refraktometer oder Aberrometer durchgeführt, die anschließend subjektiv bestätigt oder korrigiert wird. Dazu sind allgemein zwei Arbeitsgänge notwendig, die mit einem Platzwechsel von Arzt und Patient verbunden sein können.

Nachteilig an bekannten Vorrichtungen und Verfahren ist, dass die objektive Bestimmung von Korrekturwerten und die subjektive Bestimmung bzw. die Korrektur der objektiven Messwerte in unterschiedlichen Arbeitsgängen erfolgt.

20 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, bei denen die objektive und die subjektive Bestimmung der Korrekturwerte stärker zusammengefasst sind.

- 25 Dieses Problem wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Bestimmung der Fehlsichtigkeit eines optischen Systems, umfassend ein steuerbares optisches Element, wobei eine Mess- und Steuereinrichtung mit dem steuerbaren optischen Element einen Regelkreis bildet und die optischen Eigenschaften des steuerbaren optischen Elementes manuell veränderbar sind. Das optische System kann das menschliche Auge selbst sein, es kann sich aber auch um ein menschliches Auge, das z.B. mittels einer Kontaktlinse oder Brille oder dergleichen ergänzt worden ist, handeln. Die Mess- und Steuereinrichtung umfasst vorzugsweise ein automatisches Refraktometer oder Aberrometer und eine elektronische Schaltung zur

Steuerung des steuerbaren optischen Elementes. Das steuerbare optische Element kann vorzugsweise ein elektrisch steuerbarer Phoropter, oder aber ein Linsen- oder Spiegelsystem, z.B. ein Optometer und Astigmatometer sein. Das steuerbare optische Element und die Mess- und Steuereinrichtung bilden einen Regelkreis, der die verbleibende Fehlsichtigkeit des optischen Systems minimiert. Das optische System umfasst ein menschliches Auge und gegebenenfalls zusätzlich eine künstliche Sehhilfe.

- 5 10 15 20 25
- Das steuerbare optische Element kann ein Linsen- oder Spiegelsystem, z.B. ein Optometer und Astigmatometer oder ein elektrisch steuerbarer Phoropter sein. Die Mess- und Steuereinheit kann ein automatisches Refraktometer oder Aberrometer umfassen. Der steuerbare Phoropter kann dabei Phasenplatten enthalten.

In einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass in dem Strahlengang der Vorrichtung zusätzlich der Strahlengang eines Behandlungslasers eingespiegelt ist. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn das veränderbare optische Element beispielsweise eine Kontaktlinse oder direkt die Cornea des zu behandelnden Auges ist. In diesem Fall werden die optischen Eigenschaften des steuerbaren optischen Elementes durch den Behandlungslaser mittels Abtragung verändert.

Das eingangs genannte Problem wird auch gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung der Fehlsichtigkeit eines optischen Systems mit einer Vorrichtung umfassend ein steuerbares optisches Element sowie eine Mess- und Steuereinrichtung, wobei das steuerbare optische Element durch die Mess- und Steuereinrichtung in einem ersten Verfahrensschritt so eingestellt wird, dass die Fehlsichtigkeit des optischen Systems ausgeglichen wird. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn das steuerbare optische Element durch den Patienten in einem weiteren Verfahrensschritt zur Erzielung eines subjektiv optimalen Ausgleichs der Fehlsichtigkeit manuell eingestellt wird.

- 25
- Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden weiter in den Zeichnungen erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine Skizze einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;
- Fig. 2 eine Skizze einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;
- 30 Fig. 3 eine Skizze einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Zunächst wird auf Fig. 1 Bezug genommen. Ein Auge 1 eines Patienten blickt durch ein steuerbares optisches Element 2 und durch einen Strahlteiler 4 auf eine Sehprobe 5. Das zu untersuchende menschliche Auge 1 kann beispielsweise mit zusätzlichen Sehhilfen wie einer Kontaktlinse oder dergleichen ausgestattet sein und wird daher für die weitere Beschreibung als optisches System 1 bezeichnet. Das steuerbare optische Element 2 kann beispielsweise ein elektrisch gesteuerter Phoropter sein. Mittels des Strahlteilers 4 wird der Strahlengang eines vorzugsweise automatischen Refraktometers oder Aberometers eingespiegelt. Dieses wird im Folgenden als Mess- und Steuereinrichtung 3 bezeichnet. Die Messstrahlung der Mess- und Steuereinrichtung 3 sowie die Verspiegelung des Strahlteilers 4 liegen zweckmäßig im infraroten Bereich, so dass ein Patient diese Strahlung nicht erkennen kann und nur die Sehprobe 5 wahrnimmt. Die Mess- und Steuereinrichtung 3 umfasst ein automatisches Refraktometer oder Aberometer 3.1, dessen Messsignale über einen Prozessor 3.2 und eine Steuerungseinrichtung 3.3 so aufbereitet werden, dass sie einen Antrieb 7 des steuerbaren optischen Elementes 2 steuern. Der so entstandene Regelkreis korrigiert objektiv die Fehlsichtigkeit des optischen Systems 1. Die Steuerungseinrichtung 3.3 kann zusätzlich über eine Handsteuerung 3.4 betätigt werden. Mittels der Handsteuerung 3.4 kann eine subjektive Nachkorrektur entsprechend der gesehenen Sehprobe 5 durch den Patienten vorgenommen werden. An einer Datenausgabe 8 können die endgültigen Korrekturwerte für eine Brillenrezeptur entnommen werden.

Fig. 2 zeigt schematisch eine erweiterte Ausführungsform. Das steuerbare optische Element 2 ist hier eine Kontaktlinse, deren Brechkraft durch Materialabtragung mittels räumlich und energetisch gesteuerter Laserstrahlung verändert wird, bis objektiv und subjektiv die Fehlsichtigkeit des Patientenauges ausgeglichen ist. Dazu wird mittels eines zweiten Strahlteilers 9 die Strahlung eines Lasers 6 in den Strahlengang eingespiegelt. Aufbau und Funktion des Regelkreises entsprechen ansonsten der anhand von Fig. 1 dargestellten Ausführungsform.

Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der gegenüber der anhand der Fig. 2 dargestellten Ausführungsform das steuerbare optische Element 2 die Cornea des Patienten selbst ist. Statt also eine Kontaktlinse mittels des Lasers 6 abzutragen, wird nach den objektiv gemessenen Korrekturwerten eine sofortige Korrektur der Cornea mittels bekannter Abtragungsverfahren wie z.B. PRK, Lasik oder Lasek durchgeführt. Eine sofortige subjektive Kontrolle des Sehvermögens ist hier nicht möglich, statt einer Sehprobe 5 ist deshalb ein Einblick 10 zur Beobachtung des Auges vorgesehen.

Erfolgt die Einspiegelung des Messstrahlenganges in Richtung Auge gesehen vor dem steuerbaren optischen Element 2, so wird dieses gemeinsam mit dem fehlsichtigen Auge als Gesamtsystem vermessen. Die Rückführung des Mess- und Steuersignals auf das veränderbare bzw. steuerbare optische Element 2 ergibt einen geschlossenen Regelkreis,

- 5 der das Signal auf Null abgleicht. Verbleibende Abbildungsfehler des Systems Auge-Korrektionselement, beispielsweise akkomodationsbedingte Abbildungsfehler, werden angezeigt und können gegebenenfalls analysiert und berücksichtigt werden. Das gilt auch bei entsprechendem Sehprobenabstand für die Verordnung von Lesebrillen. Erfolgt die Einspiegelung des Messsystems in Richtung Auge gesehen nach dem steuerbaren optischen Element 2, so wird nur das optische System des Auges vermessen, das Signal bleibt erhalten und steuert das steuerbare optische Element 2 zum vorausberechneten Ausgleich der Fehlsichtigkeit. Dessen messtechnische Kontrolle erfolgt nicht, lediglich Rückwirkungen auf das Auge, wie Akkommodation, werden angezeigt. Parallel zu dem Regelungs- bzw. Steuerungsprozess zum Abgleich der Fehlsichtigkeit hat der Patient die 10 Möglichkeit, die automatisch eingestellten Korrektionswerte von Hand zu verändern bis er ein optimal scharfes bzw. komfortables Sehen empfindet. Das gilt insbesondere mit einem Phoropter auch für den binokularen Abgleich. Diese subjektive Korrektur ergibt die 15 endgültigen Werte für die Anfertigung einer Brille oder Kontaktlinse.

- 20 Das steuerbare optische Element 2 kann ein steuerbarer Phoropter oder ein Linsen- oder Spiegelsystem, z.B. ein Optometer und Astigmatometer sein. In Verbindung mit steuerbaren Materialbearbeitungslasern, z.B. einem Excimerlaser, sind auch individuell angepasste Korrekturen durchzuführen, beispielsweise mittels speziell hergestellter Brillenlinsen (Phasenplatten) oder Kontaktlinsen oder direkter Abtragung der Cornea, die als Ergebnis einer Wellenfrontanalyse entstanden sein können. Zur Bearbeitung wird der Laser vom 25 Messsystem on- oder offline gesteuert. Die Vorrichtung nach Fig. 1 ist dazu mit einer zusätzlichen Einspiegelung gemäß Fig. 2 versehen. Den Effekt der Hornhautabtragung in Echtzeit zu verfolgen ist physikalisch und messtechnisch möglich, beim derzeitigen Stand der Operationstechnik nicht aber subjektiv durch den Patienten.

\* \* \* \* \*

---

PATENTANSPRÜCHE

---

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Fehlsichtigkeit eines optischen Systems (1),  
5 umfassend ein steuerbares optisches Element (2), dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Mess- und Steuereinrichtung (3) mit dem steuerbaren optischen Element  
(2) einen Regelkreis bildet und dass die optischen Eigenschaften des steuerbaren  
optischen Elementes (2) manuell veränderbar sind.
2. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass das optische System ein menschliches Auge umfasst.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass das optische System zusätzlich eine künstliche Sehhilfe  
umfasst.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
15 gekennzeichnet, dass das steuerbare optische Element (2) ein steuerbarer  
Phoropter oder ein Optometer und ein Astigmatometer ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Mess- und Steuereinheit (3) ein automatisches  
Refraktometer oder Aberrometer umfasst.
6. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass der steuerbare Phoropter Phasenplatten enthält.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass in den Strahlengang der Vorrichtung zusätzlich der  
Strahlengang eines Behandlungslasers eingespiegelt ist.
8. Verfahren zur Bestimmung der Fehlsichtigkeit eines optischen Systems (1) mit einer  
25 Vorrichtung umfassend ein steuerbares optisches Element (2) sowie eine Mess- und  
Steuereinrichtung (3), dadurch gekennzeichnet, dass das steuerbare optische  
Element (2) durch die Mess- und Steuereinrichtung (3) in einem ersten  
Verfahrensschritt so eingestellt wird, dass die Fehlsichtigkeit des optischen Systems  
30 ausgeglichen wird.

9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass das steuerbare optische Element (2) durch den Patienten in einem weiteren Verfahrensschritt zur Erzielung eines subjektiv optimalen Ausgleichs der Fehlsichtigkeit manuell eingestellt wird.

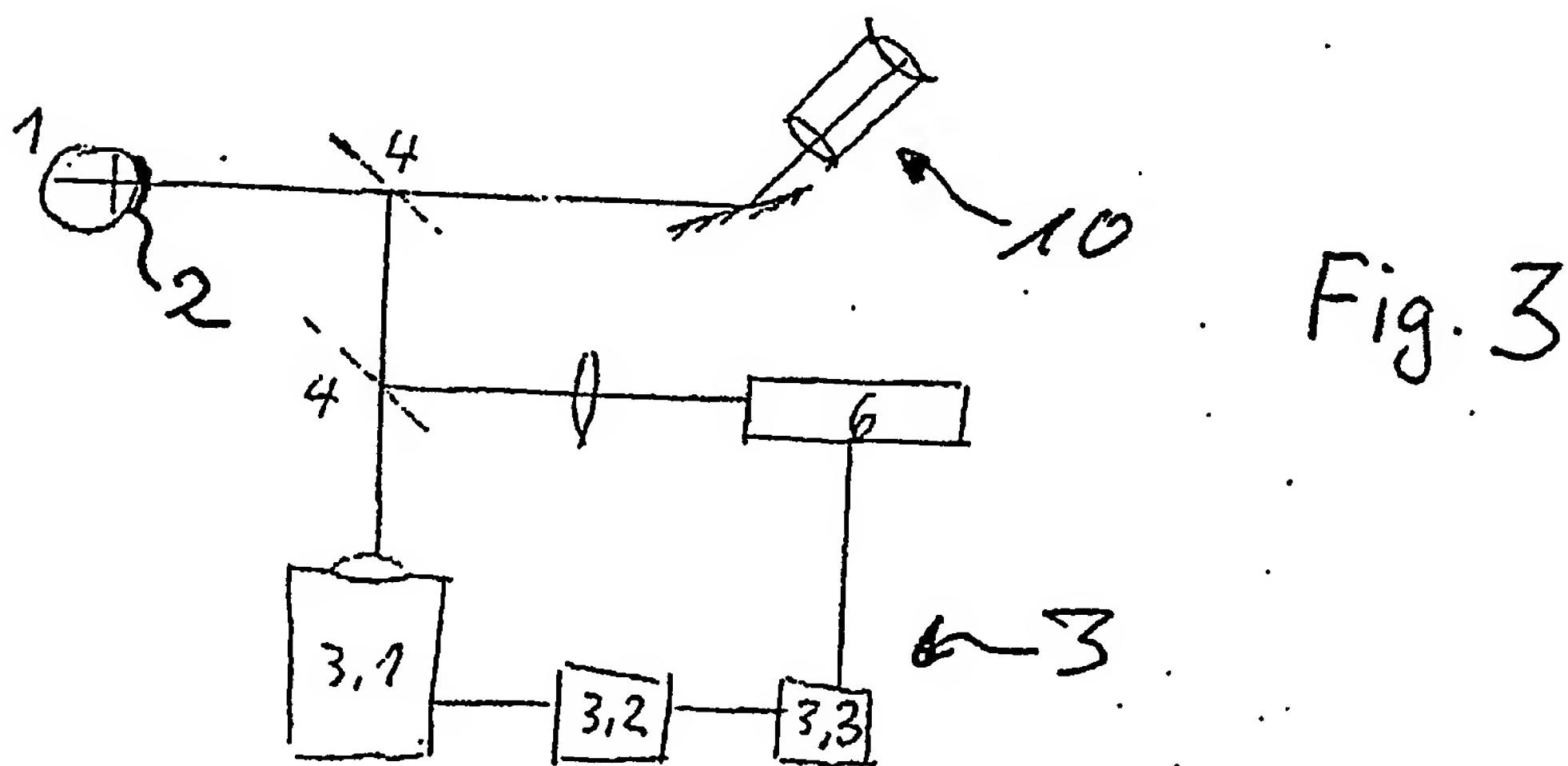
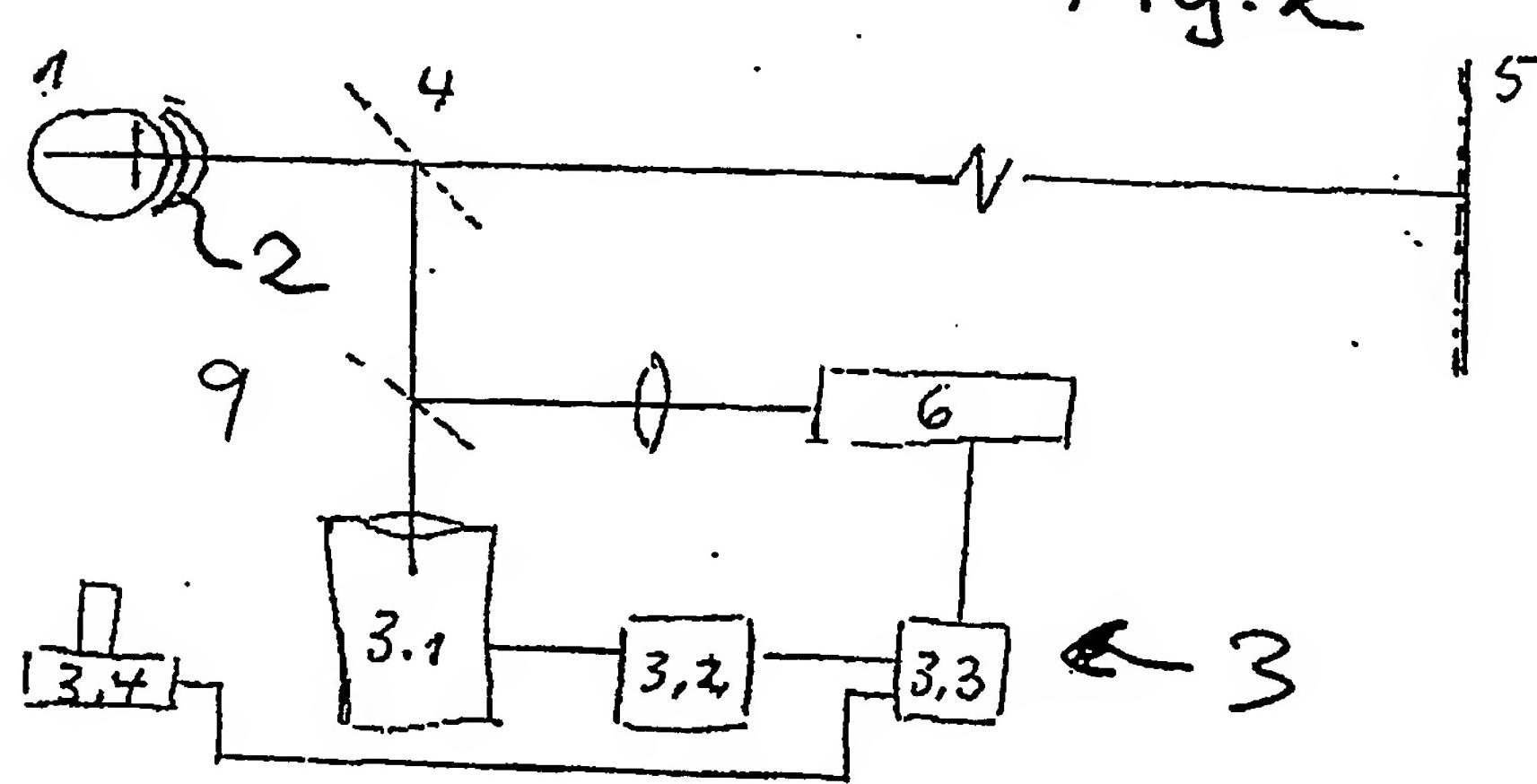
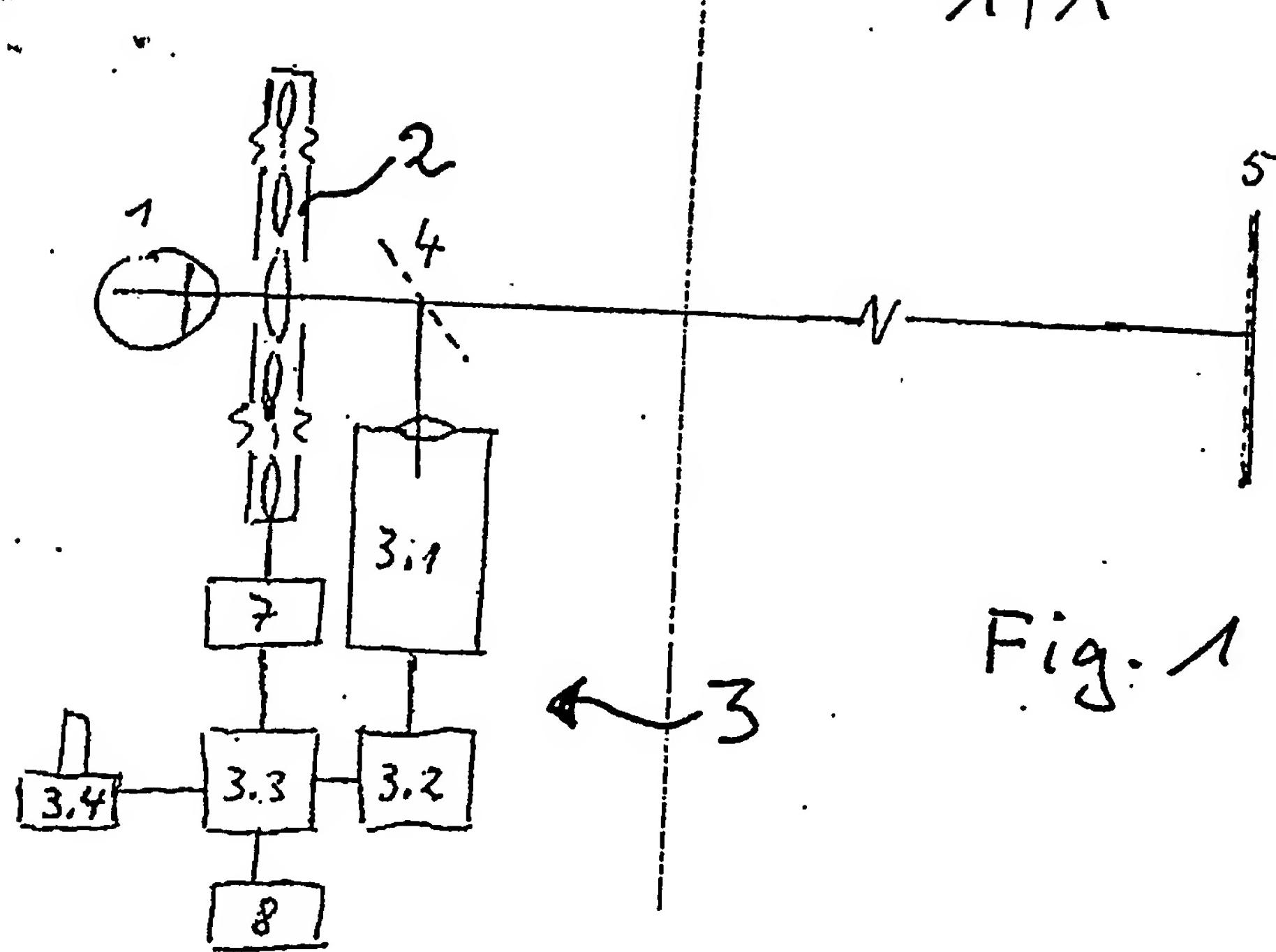
---

ZUSAMMENFASSUNG

---

Bei einer Vorrichtung zur Bestimmung der Fehlsichtigkeit eines optischen Systems (1), umfassend ein steuerbares optisches Element (2) werden objektive und die subjektive  
5 Bestimmung der Korrekturwerte stärker zusammengefasst, indem eine Mess- und Steuereinrichtung (3) mit dem steuerbaren optischen Element (2) einen Regelkreis bildet und die optischen Eigenschaften des steuerbaren optischen Elementes (2) manuell veränderbar sind

(Fig. 1)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**